



TITLE:

# Evolution of the tail in the genus Macaca( Abstract\_要旨 )

AUTHOR(S):

Wakamori, Hikaru

---

CITATION:

Wakamori, Hikaru. Evolution of the tail in the genus Macaca. 京都大学, 2020, 博士(理学)

ISSUE DATE:

2020-03-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k22229>

RIGHT:

学位規則第9条第2項により要約公開; Skeletal determinants of tail length are different between macaque species groups. Scientific Reports (2019) 9:1289 DOI: 10.1038/s41598-018-37963-z

( 続紙 1 )

京都大学	博 士（理 学）	氏名	若森 参
論文題目	Evolution of the tail in the genus <i>Macaca</i> （マカク属における尾の進化）		
<p>（論文内容の要旨）</p> <p>無尾性がヒト進化の重要な要因となったと推測され、それに関する研究は多いが、尾長変異のメカニズムは知られていない。狭鼻猿亜目のオナガザル上科は、ヒト上科とコントラストをなし、しかも尾長変異性が大きいことが注目される。オナガザル上科にあってマカク属では尾長は2%から124%（頭胴長比）の著しい変異性を示し、尾長進化の良いモデルである。本研究は尾長進化の至近要因、すなわち尾の機能、および生態と社会の究極的要因の関与を明らかにすることを目的とする。</p> <p>第二章ではカニクイザル種群の4種および中短尾の<i>M. assamensis</i>と<i>M. nemestrina</i>の尾椎の数と長さを計測し、さらに他マカク種のそれらを併せ、尾椎長プロフィール解析を行なった。尾椎長プロフィールは尾長が15%以上の種では、上に凸のパターンを示し、12%未満では第一尾椎から平坦、なかほどから短縮のパターンを示し、種群によって尾椎数とプロフィール高の尾長に伴う変化のトレンド比較から、カニクイザル種群では数の変化が、シシオザル種群では長さの変化が尾長変異に貢献することを見出した。すなわち尾長進化には系統発生的拘束があり、それには種群ごとの生態と社会と関連し、尾長進化において寄与することを見出した。</p> <p>第三章では尾椎の機能形態学を検討し、尾の運動性、すなわち身体バランス機能と関節屈伸特性について比較し、中短尾の機能を評価した。尾椎間関節運動、および支持構造、重心位置、およびテコモメントの比較から、<i>M. mulatta</i>と<i>M. assamensis</i>では、有意なバランス機能が認められるが、<i>M. nemestrina</i>ではごく小さく、むしろ尾を大きく屈伸させること、すなわちコミュニケーション機能に特化していることを見出した。35%ほどの尾長がバランス機能を持つうえで閾値であろうと示唆される。</p> <p>第四章では中短尾三種における尾の運動性を文脈（位置的行動と社会的相互作用への関連性から、尾の機能を検討した。位置的行動における尾のバランス機能は、<i>M. assamensis</i>で最もよく見られ、一方、<i>M. leonina</i>では見られない。そして後者では尾は強く背伸させるポーズの呈示が頻繁に見られる、すなわち社会的相互作用（コミュニケーション）にのみ機能する。<i>M. mulatta</i>の尾は両方の機能を持つ。このような種による違いは生態（樹上性の程度）や社会性（専制的と平等性）を反映している。</p> <p>マカク属における尾の長さは、位置的行動—バランス機能、および社会的相互作用（コミュニケーション）機能に関与して、決定される。そして種群の中での尾長と尾椎形態変異の間にトレンドがあり、系統発生的拘束も関与する。このように尾長には運動力学的機能のみならず、社会的機能も関与する。マカクは基本的には半地上性であり、発達した社会をもち、これらの要因が重なって、尾長の変異性が高い。中短尾域に運動力学的機能の閾があり、それより短尾ではコミュニケーション機能のみとなる。さらに極短尾ではそれすらも喪われる。このような尾長進化はヒト上科における無尾性進化へ含意を与える。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

尾は四脚脊椎動物の大半に見られる身体構造であり、その長さは系統発生と尾の機能に応じて変異性が高い。狭鼻猿類のオナガザル上科では極長尾から極短尾までの変異性を示す、一方ヒト上科では無尾であり、尾長変異の進化が注目される。本研究の目的は、オナガザル上科マカク属の尾長の進化の至近要因と究極要因を明らかにすることである。

マカク属では種により、尾の長さが2%から124%の範囲で変異し、しかも種群ごとに尾長変異が見られることから、尾長進化研究に良いモデルである。第2章では、尾長に直接関与する尾椎の長さとのマカク属内での変異性を検討した。尾椎長のプロファイル分析から、尾長が15%以上のマカクでは上に凸のパターンを、12%以下では平坦から減少のパターンを示す。そして相対的なプロファイルの高さの種間変異トレンドに種群間に違いが見出された。シシオザル種群ではプロファイルは顕著に低い、すなわち尾は多数の短い尾椎で構成され、一方カニクイザル種群では逆に高く、数が尾長変異に貢献する。トクモンキー種群はこれらの中間である。尾長変異には尾の機能と、種群間成体（地上性・樹上性）、社会型が異なり、系統学的拘束の関与が示唆される。

第3章では、尾の機能形態学に焦点を当て、尾の機能を比較検討した。尾は先細りの形状をもつ片持梁であり、尾長に伴って尾の頑丈さと重量が増し、尾の運動性に、尾椎形態は屈伸範囲に違いをもたらす。尾の主要な運動力学的パラメータであるテコのモーメントは、尾長に伴って三乗関数的に増大し、モーメントの大きさから*M. mulatta*と*M. assamensis*では尾はバランシングに機能するが、一方、*M. nemestrina*では尾のバランシング機能はごく小さく、むしろ尾を強く屈伸させる機能に特化していることを見出した。

第4章では、中短尾3種を対象として、フィールド調査により、位置的行動、支持基体、社会的活動による尾の保持位置の頻度を比較し、尾の機能を検討した。その結果、*M. assamensis*では尾はバランサーとして機能するが、コミュニケーション機能をほとんど持たない、一方、*M. leonina*ではバランサーでなく、社会的シグナル伝達（コミュニケーション）に尾が用いられることを明らかにした。種群に特有の生態（樹上性と地上性）と社会性（個体間相互作用）に応じて、尾の機能が異なることを見出した。

マカク属の種における尾長の決定要因は種群によって異なり、それには機能とともに系統発生的拘束、尾の発生的メカニズムの関与を示唆する。また35%長が尾がバランサー機能をもつには閾値であろうこと、尾の機能形態学が生息地利用と社会システムに関連していることを明らかにし、ヒト上科進化への含意を与える。形態解析、とくに機能形態学解析を取り入れ、尾長の変異性の要因を明らかにしたことは高く評価できる。マカク属における尾長進化メカニズムを明らかにしたことは、重要な業績であると認められる。よって本論文は博士（理学）の学位論文として価値あるものと認める。また、令和元年12月23日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。

要旨公表可能日： 年 月 日以降